

Vytištěno z internetového portálu TZB-info ([www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)), dne: 31.8.2008  
zdroj: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=1948>

## Slunce a jeho energie

Datum: 27.4.2004

Autor: Josip Kleczek

Organizace: [Astronomický ústav AV ČR](#)

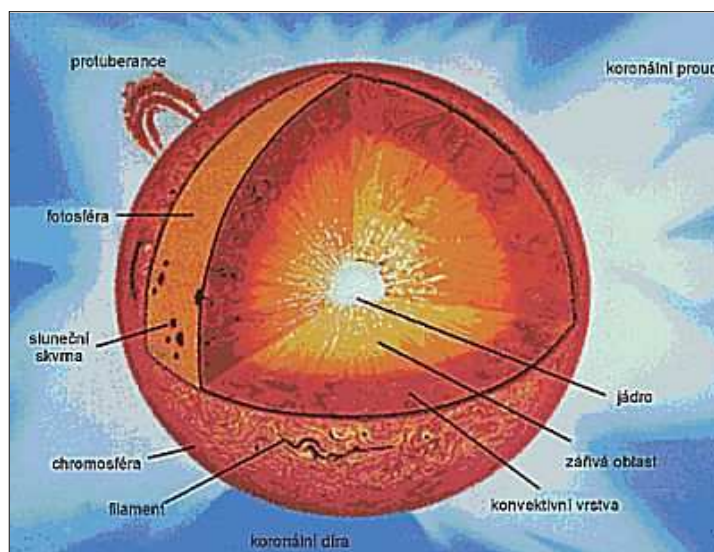
### 1. Co je Slunce?

Není žádným božstvem - které uctívaly některé národy.



Obr. 1: Egypťané a jiní starověcí národové uctívali Slunce jako boha - neboť znali naprostou závislost všeho života na slunečním záření. Kež by tuto závislost znala i naše "pokroková" konzumní společnost, jejíž "hodnoty" vytváří halasná reklama na každém kroku. Měli bychom pak čisté životní prostředí a dýchali bychom nejedovatý vzduch.

Slunce je obrovská koule ze žhavých plynů (čili z plazmatu). Je milionkrát větší než naše planeta Země. Je složeno především z nejjednodušších plynů tj. z vodíku a hélia. Jsou tam i ostatní prvky, o nichž se učíme v chemii (uhlík, dusík, kyslík...) - ale těch je všech dohromady jen asi jedno procento všech atomů. Mohli bychom říci - jakási špina ve vodíku a héliu.



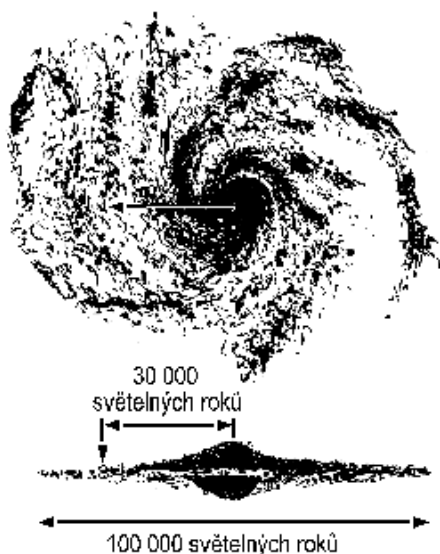
Obr. 2: Anatomie boha Slunce. Průměr žhavé obrovské koule nazývané Slunce je 1 400 000 km. Tryskové letadlo takovou vzdálenost urazí za dva měsíce. V jeho středu je **jádro**, žhavý termonukleární reaktor (15 milionů stupňů), v němž se vodík mění na hélium. Uvolněná energie má v jádru formu tvrdého rentgenového záření, jehož fotony se prodírají **zářivou oblastí** k poměrně chladnému povrchu - **fotosféře** (6 tisíc stupňů). Nejdříve zářivou oblastí, pak konvekcí v konvektivní vrstvě. Ve Slunci tečou obrovské elektrické proudy, jejichž silná magnetická pole (0,2 až 0,4 tesla) zabráňují v některých místech konvekci - tam jsou ve fotosféře chladné **sluneční skvrny** (4 tisíce stupňů). Nad viditelným povrchem - fotosférou je velmi řídká červená **chromosféra** a rozsáhlá žhavá **koróna** (2 až 3 miliony stupňů). Unikající **koronální proudy** tvoří sluneční vítr o rychlosti 3 sta až 5 set  $\text{km s}^{-1}$

Slunce je pouze obyčejná hvězda. Hvězd jako je Slunce napočítali astronomové jen v Mléčné dráze 150 miliard. Kdyby Abraham začal počítat hvězdy, když opouštěl město Uru před 4 tisíci roky, a každou sekundu by ukázal na jednu hvězdu v Mléčné dráze, dodnes by neskončil. Ještě by musel pokračovat dalších tisíc roků. Hvězd jako naše Slunce je v naší Mléčné dráze opravdu velmi mnoho.



Obr. 3: V naší galaxii - kterou od Slunce vidíme jako Mléčnou dráhu - je 150 miliard hvězd. Na snímku je malá oblast (velikosti nehtu na napřážené ruce) v Mléčné dráze. Snímek pořídil Hubbleův dalekohled. Slabé hvězdy na snímku mají svítivost jako naše Slunce - tak vypadá Slunce ze vzdálenosti asi dvacet světelných roků.

A takových mléčných drah (říkáme jim galaxie) je obrovské množství. Do vzdálenosti, kam až dohlédnou největší dalekohledy světa, je sto miliard galaxií.



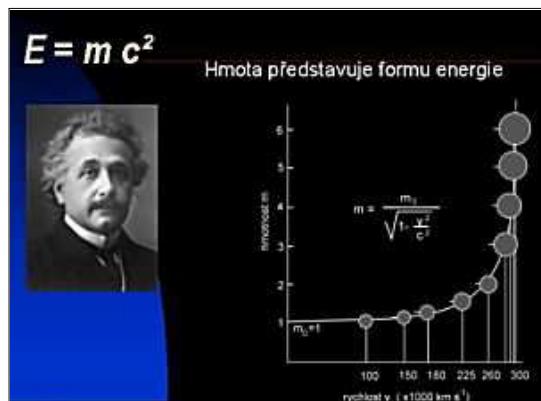
Obr. 4: Slunce je jedna ze stopadesáti miliard hvězd naší Galaxie, jejíž průměr je stotisíc světelných roků. Slunce je vzdáleno 30 tisíc světelných roků od středu Galaxie. Hvězdy disku vidíme od Slunce jako světlý pruh obepínající celou oblohu - tzv. Mléčnou dráhu.

Hvězd je ve vesmíru skutečně nesmírné množství a mnohé z nich mají také planety a pravděpodobně i život. Ale pro nás na Zemi je zdaleka nejdůležitější hvězda zvaná Slunce. Je blízko k Zemi, pouhých 150 milionů km, čili 8 světelných minut...

Ostatní hvězdy, které vidíme v noci na obloze, jsou mnoho milionkrát až miliardkrát vzdálenější než Slunce. Světlo z nich letí mnoho roků. Jsou tak vzdálené, že je vidíme jako svítící tečky. Při tom jsou některé z nich mnohem větší než naše Slunce. Např. červená hvězda Betelgeuze v zimním souhvězdí Oriona. Slunce je však pro nás mnohem důležitější než všechny ostatní hvězdy ve všech galaxiích dohromady, protože je zdrojem energie pro Zemi a pro všechny životy na ní. V jeho nitru se přetváří část hmotnosti vodíku ve fotony rentgenového záření (viz obr. 5). Slunce - stejně jako všechny ostatní hvězdy - je obrovský jaderný reaktor. Jeho jádro je dokonalý přírodní termonukleární reaktor (viz obr. 2).

## 2. Co dělá Slunce?

Hluboko pod povrchem, v jádru Slunce, je obrovský žár. Za teplot kolem 15 milionů stupňů se protony pohybují rychlostmi několika set km za sekundu. Při srážce se k sobě mohou přiblížit až na vzdálenost jedné biliontiny milimetru ( $10^{-15}$  m). To je velikost protonů. V takové blízkosti přitažlivá **jaderná síla** převládne nad odpudivou elektrickou, přitáhne protony k sobě a vytvoří z nich jádro hélia (alfa částici). Jádro je počátek a základ atomu, takže se může říct, že vodík se mění v helium. Při tom jaderná síla "vyždímá" z každého protonu energii 7 MeV. O těchto 7 MeV "zhubne" každý atom vodíku, když se z něj stává atom hélia. Při vzniku jednoho atomu hélia ze čtyř atomů vodíku se tedy uvolní 28 MeV energie. Takže jádro hélia je o 28 MeV hubenější než čtyři protony, ze kterých vzniklo. Této energii "zhubnutí" se říká **vazebná energie**. Ta zajišťuje stabilitu jádra.



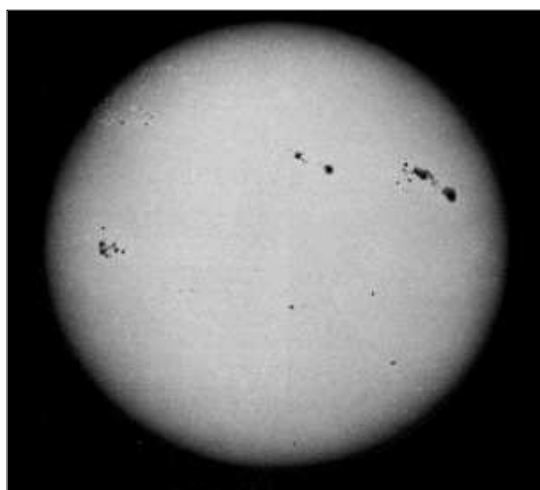
Obr. 5: Hmotné částice (protony, neutrony, elektrony, atomová jádra...) jsou nositelem energie  $E$ , která je přímo úměrná jejich hmotnosti  $m$ . V tomto vztahu (Einsteinovu) je  $c$  rychlost světla ( $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ). Hmotnost - a tedy i energie - roste s rychlostí. Pro rychlost  $v = c$  se  $m$  a tedy i  $E$  stanou nekonečnými. Žádná hmotná částice se nemůže pohybovat světelnou rychlostí. Sluneční energie je čerpaná z hmotnosti protonů (podle Einsteinovy rovnice). Termonukleární reakce ji mění v energii fotonů. Energie  $mc^2$  pro hmotu  $m_0$  v klidu ( $v=0$ ) se nazývá **klidová energie částice**. Elektron v klidu má klidovou energii 1 MeV a klidová energie protonu je 938 MeV.

Přeměny jednoho prvku v druhý za vysoké teploty se nazývají termonukleární reakce. Název termonukleární vznikl spojením řeckého "thermos" - horký a latinského "nucleus" - jádro. Termonukleárních reakcí probíhajících v nitru Slunce (=přeměn čtyř atomů vodíku v jeden atom hélia) probíhá každou sekundu nepředstavitelný počet -  $10^{38}$ . Dohromady tedy uvolní  $10^{38} \times 28 \times 106 \text{ eV}$  což je  $28 \times 10^{44} \text{ eV}$  (přibližně  $3 \times 10^{26}$  joulu, neboť joule je  $10^{19} \text{ eV}$ ). Hmotnost vodíkového a heliového atomu najdeme v tabulkách a jednoduchým násobením vypočteme, že se za sekundu ve Slunci přemění 560 milionů tun vodíku v helium. Přitom je hmotnost hélia vzniklého za sekundu o 4 miliony tun menší než hmotnost vodíku, z něhož helium vzniklo.

Můžeme tedy na závěr říci, že Slunce mění každou sekundu 560 milionů tun vodíku v helium a při tom "vyždímá" jadernou silou z klidové hmotnosti vodíku energii  $3 \times 10^{26}$  joulu. Tato "vyždímaná energie z vodíku" se dostává k povrchu Slunce a odtud je vyzářena do kosmického prostoru. Tedy  $3 \times 10^{26}$  joulu záření opouští každou sekundu Slunce a říkáme, že Slunce má výkon (=zářivost)  $3 \times 10^{26}$  wattů. (Připomeňme si, že joule za sekundu je watt).

V poslední době se člověk snaží napodobit hvězdy a vytvořit jakési "malinké slunce" na povrchu Země. Za teplot stamilionů stupňů by přeměňoval těžký vodík na helium a získával velké množství energie. Už se evropským vědcům podařilo takovou fúzi v laboratoři uskutečnit - na kratičkou dobu (v Culhamu nedaleko Oxfordu v Anglii). Stálo to více než půl miliardy dolarů.

Připomeňme si, že na obloze září už pět miliard roků Slunce, přirozený termonukleární reaktor, naprosto bezpečný, bez radioaktivity, který Zemi dává deset tisíckrát více energie než budou potřebovat všichni pozemšťané dohromady. A nestál nic.



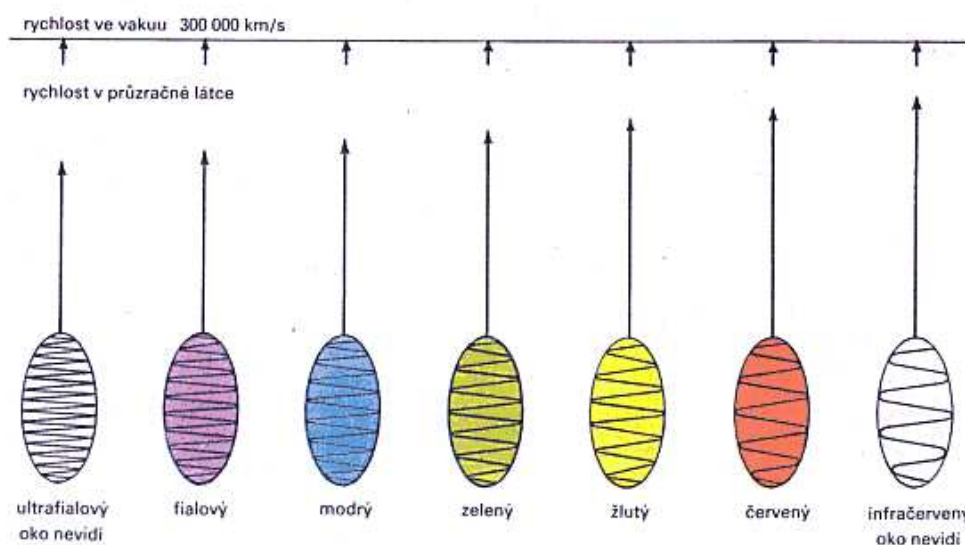
Obr. 6: Povrch Slunce (fotosféra), který vyzářuje sluneční energii do okolního mrazivého kosmického prostoru. Jeho teplota je 6 tisíc stupňů. Temná místa - skvrny - jsou obrovské elektromagnety, které zabraňují konvekci. Proto jsou chladnější - jen 4 tisíce stupňů a jeví se nám temná.

Slunce je zdrojem veškerého tepla a pohybu na naší planetě. Včetně energie pro biosféru a člověka. Bez Slunce, bez jeho záření, by věci nebyly tím, čím jsou. A my bychom tu vlastně ani nebyli. Na Zemi bez Slunce by byl strašný mráz ( $-263^\circ\text{C} = 10 \text{ K}$ ), tma jako uhel, rostliny by nemohly růst a živočichové by neměli potravu. Nic takového však nehrozí a Sluníčko nám bude dávat světlo, teplo a potravu ještě nejméně 7 miliard roků. Na tak dlouho má ještě zásoby vodíku pro termonukleární reakce.

### 3. Z pekelné výhně ve Slunci na povrch Země



Při přeměně vodíku v hélium odeberou jaderné síly každému protonu 7 tisícín jeho hmotnosti a přemění ji na záření (viz obr. 5). Záření má zrnitou strukturu (podobně jako hmota). Je to proud světelných částic, fotonů. Jsou to rychle kmitající chomáčky elektromagnetické energie. Čím rychleji kmitají, tím větší mají energii (viz obr. 8).



Obr. 7: Nositeli energie jsou jednak hmotné částice (viz obr. 5), jednak částice elektromagnetického záření čili fotony (viz obr. 8). Fotony působící na sítnici oka se nazývají světlo. Jejich energie je 2 až 4 elektronvolty. Sluneční energie dopadající na Zem je tedy obrovský příval světelných fotonů, které dopadají na osvětlenou polovinu Země nepřetržitě už čtyři a půl miliardy roků. Fotony i hmotné částice jsou kapičky energie.



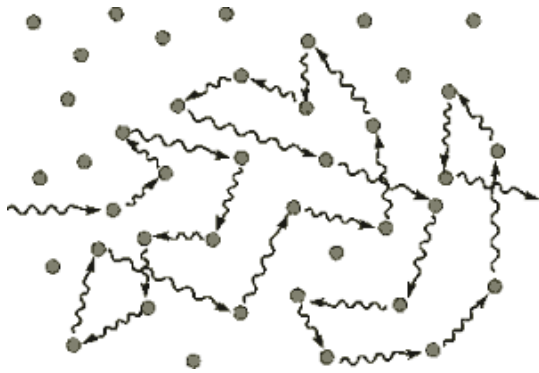
Obr. 8: Planckův vzorec vyjadřuje, jak energie fotonu závisí na jeho kmitočtu. Je přímo úměrná počtu kmitů za sekundu  $f$ .

Energie uvolněná v jádru Slunce termonukleárními reakcemi z hmoty protonů má formu tvrdého **rentgenového záření**. Jeho foton obsahuje energii několika kiloelektronvoltů. Nám ji však Slunce posílá ze svého povrchu jako **světlo** o energii fotonů jen několika málo elektronvoltů. Rozdrobení rentgenového fotonu na tisíce fotonů světelných je pro život velice důležitá přeměna. Trvá zhruba milion roků a probíhá při cestě záření z jádra k povrchu Slunce. Řekněme si, jak Slunce přeměňuje nebezpečné rentgenové záření ve středové oblasti na životodárné světlo, které opouští povrch Slunce.

Abychom porozuměli této přeměně, je třeba nejdříve odpovědět na otázku: "Proč vůbec Slunce září"? Proč vyzařuje své teplo získané v jádru do mrazivého kosmického prostoru? Protože poslouchá příkaz přírody, aby přeneslo teplo z horkých míst do studených. (Odborníci tomuto všeobecnému vesmírnému zákonu říkají druhá věta termodynamická). Podle téhož zákona horký čaj v konvici odevzdává své teplo okolnímu chladnému vzduchu (i když je konvice obalena) nebo rozpálená kamna vyhřívají místnost. Jak je to se Sluncem? V jeho středu je teplota 15 milionů stupňů a kosmický prostor je strašně ledový, neboť má 270 stupňů pod nulou (čili  $-270^{\circ}\text{C}$ , což je 3 kelviny). Podle zákona (= 2. věty termodynamiky) se musí teplo z pekelné výhně (= termonukleárního reaktoru) ve středu Slunce dostat do mrazivého kosmického prostoru. energii přenášejí nejdříve fotony zářivou oblastí a pak proudění žhavých plynů k povrchu v konvektivní vrstvě (obr. 2).

### Bloudění fotonů

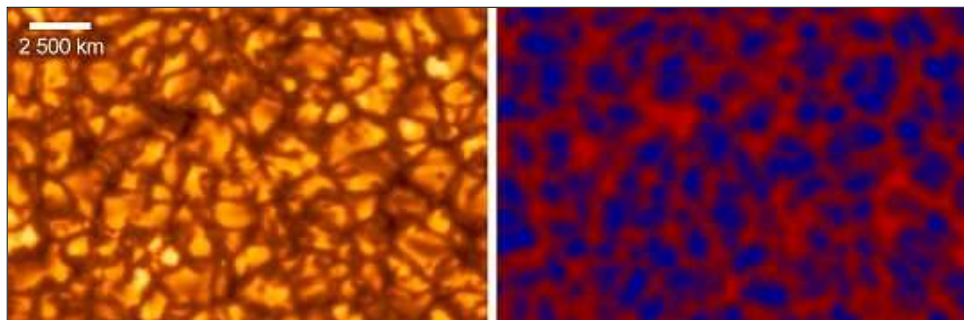
Izolací, která chrání čajovou konvici před rychlým vychladnutím, je látkový obal tlustý jen několik milimetrů. Izolačním obalem termonukleárního reaktoru Slunce je mohutná vrstva plynů o tloušťce 680 tisíc kilometrů. Rentgenové záření se touto vrstvou prodírá k povrchu jen velmi pozvolna. Fotony se sice pohybují největší možnou rychlostí (300 000 km za sekundu), avšak po několika decimetrech jsou pohlceny nějakým elektronem a hned poté opět vyzářeny. Přitom má vyzářený foton jiný směr, než měl foton před pohlcením. Dráha fotonu v nitru Slunce připomíná bloudění opilého člověka, který se vrací v noci lesem domů. Pokaždé, když vrazí do stromu, změní svůj směr. Je to zkrátka cesta velmi křivolaká, dlouhá a strastiplná - v obou případech: pro opilce bloudícího v noci v lese i pro foton v nitru Slunce.



Obr. 9: Blouďení fotonů v zářivé oblasti na cestě ze žhavého jádra Slunce k jeho poměrně chladnému povrchu - fotosféře (viz obr. 2)

Při pohlcení jednoho fotonu jsou někdy vyzářeny fotony dva či více. Tak se fotony při svém blouďení v nitru Slunce postupně drobí na více fotonů o menší energii. Než energie rentgenového fotonu (několik keV) z jádra Slunce dorazí k povrchu, rozdrobí se na tisíc fotonů světelných (o energii několik eV). Energie při tom zůstává zachována. Jen se rozdrobila na tisíc fotonů. Však to také trvá dva miliony roků, než se po velkém blouďení a mnohém drobení dostanou fotony na povrch. Při tom se záření rentgenové postupně mění v měkké rentgenové, pak ultrafialové a nakonec v záření světelné.

Poslední část své cesty se sluneční energie přenáší prouděním (konvekcí). V nejvyšší vrstvě v nitru, asi 200 tisíc km pod povrchem, se přenos energie stává tak neúčinným, že Slunce volí jiný, efektivnější způsob. Přenáší teplo z hloubky k povrchu i s horkými plyny. Horké stoupající proudy můžeme vidět na povrchu Slunce jako zrna (tzv. granule). Asi po pěti až osmi minutách granule vyzáří svou energii, schladnou a jejich plyny klesají zpět do hloubek 200 000 km, aby tam nabraly další energii a vynesly ji na povrch.



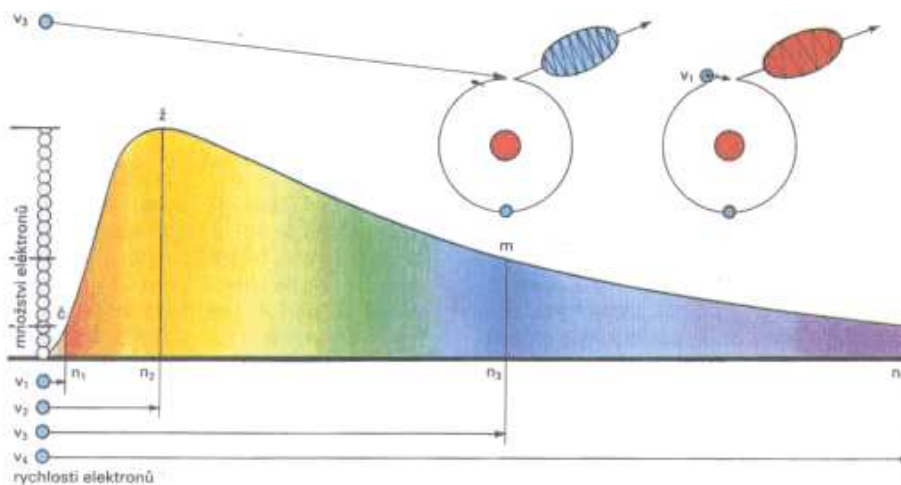
Obr. 10: Povrch Slunce v dalekohledu má zrnitou strukturu, která se stále mění a připomíná var rýžové polévky. Jasná zrna - **granule** - jsou vrcholy stoupajících konvektivních proudů, přinášejících teplo z hloubky 200 tisíc kilometrů. Tmavé (tzv. intergranulární) oblasti jsou chladnější plyny, které vyslaly své teplo jako záření, vychladly a klesají zpět do nitra Slunce. Na infračerveném snímku vpravo jsou klesající plyny jasně červené. (Inst Astrof. de Canarias)

### Foton a elektron

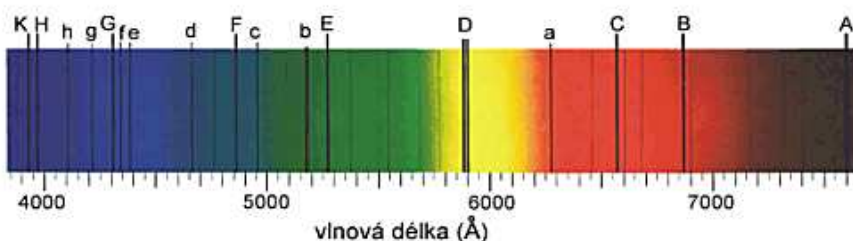
Foton je nejmenší částice záření a elektron je nejmenší částice hmoty. Ti dva mají mnoho společného. Oba totiž mají elektrickou sílu, která spojuje jejich osudy. Foton je chomáček kmitající elektrické síly. Elektron má elektrickou sílu, neboť má elektrický náboj. Při setkání si předávají energii. Na povrchu Slunce se spojují elektrony s neutrálními atomy vodíku, takže mají dva elektrony. Takovým atomům s nadbytečným elektronem se říká záporný ion vodíku. Na povrchu Slunce stále vznikají záporné ionty vodíku a to je způsob, jakým nám Slunce vysílá svoji energii.

### Jak se to děje?

Elektron při spojení s atomem vodíku vyšle foton a odevzdá svou pohybovou energii fotonu, který při spojení vznikne. Všechny fotony v obrovské lavině slunečního světla dopadajícího na Zem se zrodily stejným způsobem: volný elektron se připojí k atomu vodíku a všechnu svoji energii předá do fotonu světla. Elektrony na Slunci se pohybují různou rychlostí a mají tedy různou pohybovou energii. Proto mají různou energii i vyslané fotony. Ty s větší energií vidíme jako fialové nebo modré, fotony s menší energií se nám jeví jako zelené a žluté a nejméně energie mají fotony červené...



Obr. 11: Vznik fotonů vyzářených povrchem Slunce (=fotosférou). Volné elektrony jsou zachyceny atomem vodíku, takže atom vodíku má o jeden elektron více (čili tvoří záporný ion). Pohybová energie elektronu se vyzáří jako foton. Rychlý elektron dá při zachycení vznik energetickému (modrému, ultrafialovému fotonu), kdežto pomalý elektron dodá jen malou energii a vzniklý foton je málo energetický. Spektrum slunečního záření je tedy obrazem toho, kolik elektronů má jakou rychlost (tzv. Maxwellovo rozložení rychlostí). Rychlosti  $v$  jsou na vodorovné ose, na svislé je počet zachycených elektronů. (Odborně řečeno: Planckovo rozložení intenzity světla ve spektru zobrazuje Maxwellovo rozložení rychlostí elektronů ve fotosféře).



Obr. 12: Sluneční spektrum tvoří fotony vyslané viditelným povrchem Slunce (=fotosférou) a seřazené podle vlnové délky (hodnoty v nanometrech jsou desetkrát menší: 400 nm, 500 nm atd.). Malá část slunečního záření je infračervené a tepelné záření a zanedbatelná část je rádiové záření (pokračování vpravo). Nepatrná část je UV záření (prodloužení doleva). Tmavé čáry (nazývané Fraunhoferovy) jsou "vybrány" ze spojitého spektra absorpcí v atomech různých prvků ve fotosféře (C je vodík, dublet D je sodík, K a H je ionizovaný vápník atd.)

#### 4. Sluneční energie na Zemi

Převážná část energie Země pochází z nitra Slunce. Jen malá část energie na naší planetě (rotace Země, radioaktivní prvky a deuterium) pochází ze sluneční mlhoviny. To je velmi stará energie, kterou naše planeta uchovává jako dědictví od té doby, co vznikla, tj. po 4 a půl miliardy roků. Tato zděděná energie je jen zlomek z celkového množství energie Země, zatímco podstatná část energie Země je "nová", neboť byla uvolněna před nedávnem v nitru Slunce. Bez této nové - sluneční - energie je náš život nemyslitelný. Zaslouhuje proto, abychom se o ní něco bližšího dověděli.

Slunce vysílá své záření stejně do všech směrů a na naši planetu jí dopadne jen nepatrný zlomeček - pouze půl miliardtiny. Pod tak malým prostorovým úhlem se jeví od Slunce naše Země. Avšak i tento nepatrný drobeček energie, který Slunce své planetě Zemi daruje, představuje 180 tisíc terawattů (terawatt je bilion wattů, což je milion megawattů). Z hlediska Slunce opravdu jen drobeček jeho zářivosti, ale z hlediska lidského nesmírný přívál zářivé energie. Ten drobeček uštěďovaný Sluncem Zemi je dva tisíce krát více, než potřebuje celá biosféra, a je to zároveň 14 tisíckrát více, než spotřebovává dnes celé lidstvo (v domácnostech, průmyslu, dopravě a zemědělství dohromady). Nad čím se podivovat více - nad obrovským přívalem světla, který zaplavuje Zemi každým okamžikem už čtyři a půl miliardy roků? Nebo máme žasnout nad nesmírnou marnotratností Slunce, s jakou vysílá svoji energii do bezdýchých vesmírných temnot? Nebo kroutit nechápavě hlavou nad lidskou nevšímavostí, nevděčností a netečností k tak cennému a životně důležitému daru od Slunce? O tom, co bychom mohli a měli dělat my - a co bohdá budou dělat naši potomci - si povíme ke konci.

Nejprve se však podívejme, co dělá Země s obrovským přívalem sluneční energie, která na ni nepřetržitě dopadá. Jaké osudy prodělává sluneční záření po dopadu do atmosféry, na pevninu, vodstvo a do biosféry?

#### Teplo od Slunce

Přibližně třetina slunečního záření se odráží v atmosféře zpět do vesmíru. Přibližně z jedné pětiny je pohlceno v atmosféře a polovina je pohlcena povrchem Země. Pohlcení (cizím slovem absorbována) znamená přeměněna v

teplo. Díky této přeměně je na Zemi průměrná teplota kolem 15°C a pro život p říjenné prostředí.

Naše planeta má dvojí teplo. To **vnitřní teplo** se jmenuje geotermální energie. Je to její vlastní teplo poděděné ze sluneční mlhoviny. Měla by je, i kdyby Slunce nesvítilo. Chrání ho kůra Země a jen pomalu prosakuje na povrch. Kdyby Slunce nesvítilo, vnitřní teplo by nám rozhodně nestačilo, neboť na Zemi by bylo jenom 263°C pod nulou. A kdyby neměla Země ani vnitřní teplo (tj. geotermální energii), ukazoval by teploměr příšerný mráz 270 stupňů pod nulou.

Naše venkovní teploměry však ukazují mnohem vyšší teplotu (v průměru na celé Zemi kolem 15°C nad nulou). Vděčíme za to Sluníčku, které zahřívá naše životní prostředí. Tímto teplem slunečního původu se pomocí tepelných čerpadel vytápějí byty.

### Teplo moře

Rozsáhlé hladiny tropických oceánů jsou přirozeným sběračem (kolektorem) sluneční energie. Povrchové vody oceánů pohlcují sluneční záření (odhadem 100 terawattů) a zahřívají se. Jejich teplota při povrchu je 25°C až 28°C. Avšak v hloubkách kolem 400 m pod povrchem je pouze 5°C). Tento rozdíl teplot využívají tepelné oceánské motory k výrobě elektrické energie. Sluneční energie je uskladněna do vody nejen jako teplo, ale i jako pohybová energie. Pohání mořské proudy a koloběh vody. Pohybová energie řek a polohová energie vody v přehradách jsou přeměněná sluneční energie. Říkáme též **nepřímá sluneční energie**.

Pomocí vodních kol zavlažovali lidé pole a mleli obilí. Dnes se energie vody přeměňuje v elektřinu ve vodních elektrárnách. Po druhé světové válce u nás bylo více než 11 tisíc malých vodních elektráren, které však postupně zanikaly. Dnes jich je přes čtyři tisíce.

**Sluneční energie v atmosféře** je uchována ve dvojí formě: jako teplo a jako pohybová energie větru.

**Vítr** - proudění vzduchu - obsahuje velkou pohybovou energii slunečního původu. Čím rychleji vítr fouká, tím větší energii s sebou nese. U nás vanou nejrychlejší větry na hraničních horách a na Českomoravské vrchovině. Průměrná rychlost větru za mnohaleté období ve výškách kolem 1500 m nad mořem je kolem 9 m s<sup>-1</sup>. V Dánsku mají větrné elektrárny významný podíl na výrobě elektrické energie a menší větrné elektrárny můžeme už vidět leckde i u nás.

Sluneční energie v biosféře. **Biosféra** je všechno živé při povrchu Země a ve vodě. Nezbytnou energii dostává biosféra od Slunce. Vstupní branou sluneční energie do biosféry je fotosyntéza zelených rostlin na pevninách a fytoplanktonu (jednobuněčných organizmů) v mořích. Ze 180 000 TW záření dopadajícího na naši planetu zpracuje fotosyntéza půl tisíce, to jest 90 TW, což je přibližně sedmkrát více než energetická spotřeba všeho lidstva. Fotosyntéza ukládá sluneční záření do oxidu uhličitého a do vody a z jejich atomů (uhlíku, vodíku a kyslíku) skládá cukry, škroby a jiné organické látky bohaté na energii. Od zelených rostlin a fytoplanktonu přejímají pak tuto energii (ve formě potravy) všichni živí tvorové na Zemi. Zatímco fotosyntéza uskládá sluneční energii do potravy, dýchání a spalování tuto uskladněnou energii z potravy uvolňuje.

Hmota biosféry (rostlin i živočichů) se nazývá **biomasa**. Velká část energie, kterou v současné době užíváme, pochází z biomasy. Vždyť **potrava** je upravená biomasa a **fosilní paliva** jsou biomasa uchovaná v podzemí z dávných dob.

## 5. Energie v našich službách

Spalování fosilních paliv jsou chemické reakce, které mají velmi malou účinnost. Zásoby fosilních paliv na naší "kosmické lodi nazývané planeta Země" jsou omezené a vystačí do poloviny tohoto století... Jejich zdražování postihuje všechny bez rozdílu. Nejen všechny v naší zemi, ale všechny pozemšťany vůbec. Ke všemu ještě znečišťují životní prostředí a ohrožují život Země. Bohužel, je to pro nás dnes zaběhaný a nejdůležitější způsob jak získávat energii. Je to také nejhlupejší způsob jak získávat energii. Méně účinný a hloupejší způsob získávání energie bychom nenašli v celém vesmíru.

Proto se hledají náhradní zdroje energie, které budou účinné, trvalé a ekologicky čistější. Odborníci se shodují v tom, že sluneční energie a reakce atomových jader budou stále více nahrazovat fosilní paliva. Podívejme se, jaká energie bude sloužit našim potomkům.

Celosvětová spotřeba energie je dnes asi 13 TW. Slunce dává zadarmo Zemi neustále 180 000 TW čisté, nevyčerpatelné a nejkvalitnější energie. Dává spravedlivě hojnost energie všem lidem bez rozdílu a všemu živému na planetě Země vůbec. Bez něho by byla Země mrtvou planetou bloudící bez cíle černým mrazivým vesmírem. Slunce je přirozeným dokonalým naprosto bezpečným termonukleárním zdrojem. Je tam. Je tam už 5 miliard roků a nemusíme ho budovat za mnoho miliard korun. Sousedí se kvůli němu nebudou nikdy škorpit a vyvolávat války. Je to jaderný reaktor, do něhož není potřeba v tajnosti a k nevoli mnohých dovážet každý rok drahé jaderné palivo. Jaderného paliva má Slunce ještě na sedm miliard roků. Ani nejsou problémy s vyhořelým jaderným palivem. Odpadu Slunce se nikdo nebojí - vědí o něm jen astronomové: je to neškodné helium v samotném středu Slunce.

Přemýšlivý člověk nepochybuje o tom, že základním zdrojem energie v budoucnosti bude Slunce. Kdy to bude? Pracuje na tom mnoho nadšenců i u nás. Najdou se však jedinci, kteří jsou proti využívání sluneční energie. Je to projevem bezohlednosti k životnímu prostředí i k osudu budoucích generací... Na ně se vztahuje Einsteinův výrok o nekonečnu:

*Znám dvě nekonečna - lidskou hloupost a Vesmír. Ale u toho Vesmíru si nejsem jist.*

**Životní úroveň člověka** je přímo úměrná spotřebě energie. Průměrná spotřeba připadající na jednoho pozemšťana je přibližně 2 kW. To je zhruba 20 krát víc, než potřebuje lidský organismus ve formě potravy. Ve vyspělých zemích dosahuje průměrná spotřeba až deset kW na obyvatele (i více). V některých rozvojových zemích je naopak až stokrát nižší než průměr - tj. kolem 100 wattů na obyvatele. Je přirozené, že miliardy obyvatel těchto zaostalých zemí také chtějí žít lépe - což znamená podstatné zvýšení spotřeby energie. S růstem počtu pozemšťanů a se vzrůstem jejich životní úrovně porostou přirozeně i požadavky na energii. Odkud ji však brát?

Pro spotřebiče v domácnosti, průmyslu, dopravě a v zemědělství se dnes energie čerpá především z fosilních paliv (uhlí, ropa a zemní plyn) a v menší míře štěpením uranu jakož i ze zdrojů **alternativní energie**. Fosilní paliva jsou zdroje vyčerpitelné, ekologicky nečisté a drahé. Proto se věnuje značné úsilí přechodu od fosilních paliv k alternativní energii. Ta je trojího druhu:

**1. Zděděná energie** - nejstarší energie na Zemi, neboť ji Země podědila při svém vzniku z mateřské mlhoviny před 41 miliardami roků. Zděděná energie má tři formy:

\***a/ energie otáčení Země**, už dnes přeměňovaná v elektřinu ve slapových elektrárnách.

\***b/ deuterium aneb těžký vodík** - palivo pro budoucí jaderné elektrárny, v nichž bude probíhat fúze atomových jader těžkého a velmi těžkého vodíku.

\***c/ teplo uvnitř Země**, které vzniká rozpadem radioaktivních prvků. Pohání generátory v geotermálních elektrárnách na mnoha místech Země.

**2. Přeměněná sluneční energie** - přesněji řečeno: přeměněná současná sluneční energie, neboť fosilní paliva jsou také přeměněná sluneční energie, ale z dávné minulosti. Po dopadu na naši planetu se sluneční záření mění a uchovává jako:

\***a/ teplo povrchu Země**, které využívají tepelná čerpadla.

\***b/ teplo tropických oceánů** - využívané velkými tepelnými motory, např. OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion - přeměna tepla oceánů). Tyto moderní oceánské elektrárny využívají rozdíl teplot mezi povrchem oceánu (kolem 28 °C) a chladnou vodou v hloubkách zhruba 300 metrů (kolem 5 °C).

\***c/ energie větru** se využívá k přeměně v elektrickou energii ve větrných elektrárnách.

\***d/ energie řek a potoků**, která pohání turbíny velkých i malých vodní elektráren.

\***e/ energie mořských vln** přeměňovaná v elektrickou energii v příbojových a vlnových elektrárnách

\***f/ energie v biomase**, což je sluneční energie uložená do biosféry.

Biomasa se využívá jako zdroj tepla a elektřiny. Za tím účelem se pěstují vybrané rychle rostoucí rostliny a na některých místech se zakládají speciální plantáže rychle rostoucích dřevin, nejčastěji vrb a topolů.

**3. Přímá sluneční energie** (což je dopadající sluneční záření) je naprosto čistá, nevyčerpitelná (neboť stačí na 7 mld. roků). Dostáváme ji od Slunce zadarmo, a to v množství asi deset tisíc krát větším (180 000 TW) než lidstvo bude kdy potřebovat. Jak ji využít?

## 6. Jak zapřáhnout Sluníčko?

Na mnoha místech ve světě existují zařízení na přeměnu dopadajícího slunečního záření v teplo (např. ohřev vody nebo sluneční domy), v chemickou energii (např. rozklad vody na vodík a kyslík), v elektřinu (např. sluneční články) nebo mechanickou energii či práci (např. sluneční pumpy, sluneční automobily, sluneční letadla). Ze slunečního záření lze tedy získat všechny potřebné druhy energie, tj.:

**a/ Teplo** Sluneční záření se mění v teplo procesem nazývaným absorpce záření. V přírodě probíhá absorpce jednak na povrchu Země (asi polovina dopadající energie), jednak v atmosféře (asi pětina dopadající energie). Pro naši potřebu získáváme sluneční teplo v různých zařízeních: ve sklenících, slunečních kolektorech, slunečních pecích, slunečních sušičkách, slunečních domech, slunečních vařičích, destilátorech atd.



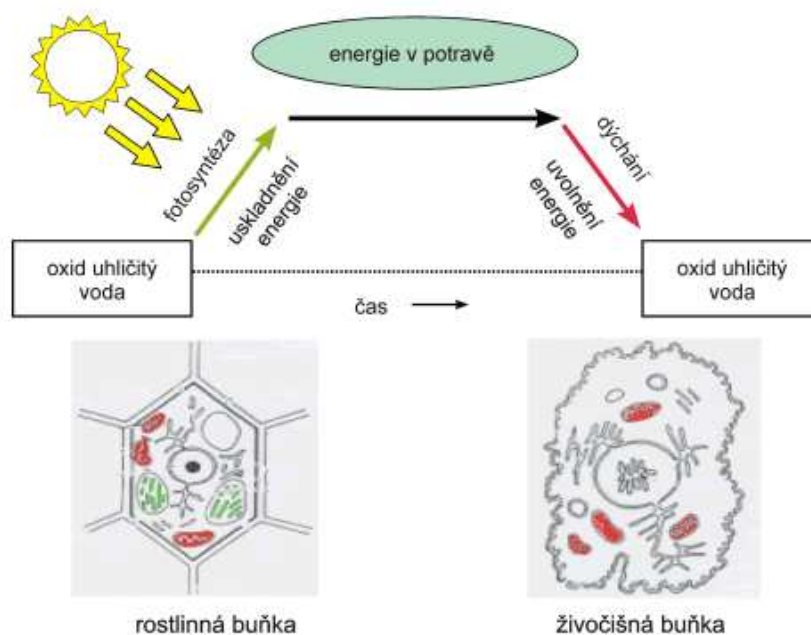


Obr. 13: Nejčastějším zařízením na využití sluneční energie je sluneční kolektor



Obr. 14: Vyhřívání vody v bazénu pomocí slunečních kolektorů na střeše

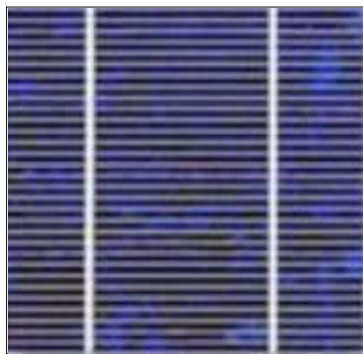
**b/ Přeměna sluneční energie v chemickou energii** probíhá v přírodě ve velkém měřítku jako fotosyntéza.



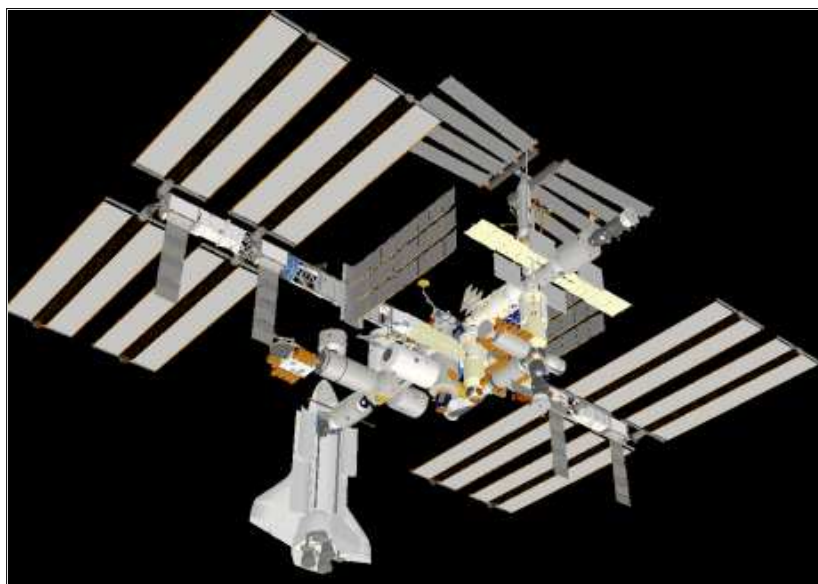
Obr. 15: Zelené rostliny na pevnině a fytoplankton v mořích vytvářejí z oxidu uhličitého a z vody složité organické molekuly, do nichž je vložena sluneční energie. Fotosyntéza je zázračný proces probíhající v chloroplastech (zelené orgány v rostlinné buňce). Opačný proces - uvolňování energie (rozklad na vodu a oxid uhličitý) probíhá v mitochondriích (červeně) nebo při hoření (okysličování).

Pomocí slunečního záření lze získat látky bohaté na energii. Takovým uměle vytvořeným látkám se říká **chemická paliva**, na rozdíl od **fosilních paliv** (uhlí, ropa, zemní plyn). Vhodnými surovinami pro přípravu chemických paliv jsou voda, písek, kyslík, dusík a oxid uhličitý ze vzduchu. Tyto suroviny se dají "naplnit" sluneční energií čili přeměnit v látky nové, bohaté na chemickou energii. Jsou to např. metanol, vodík, hydrazin aj. Zejména vodík je výborným chemickým palivem.

**c/ Přeměna zářivé energie v elektrický proud** probíhá ve fotovoltaickém neboli slunečním článku. Nejužívanější je **sluneční článek** z křemíku. Je to tenká (méně než 1 mm) destička z krystalu křemíku. Sluneční články se spojují a tvoří sluneční panel. Na slunečním panelu o ploše 1 m<sup>2</sup> se v letní poledne získá 150 wattů stejnosměrného proudu. Fotovoltaických elektráren o výkonech kilowattů až megawattů jsou už po světě miliony.



Obr. 16: Sluneční článek přeměňuje dopadající sluneční záření na elektrický proud.

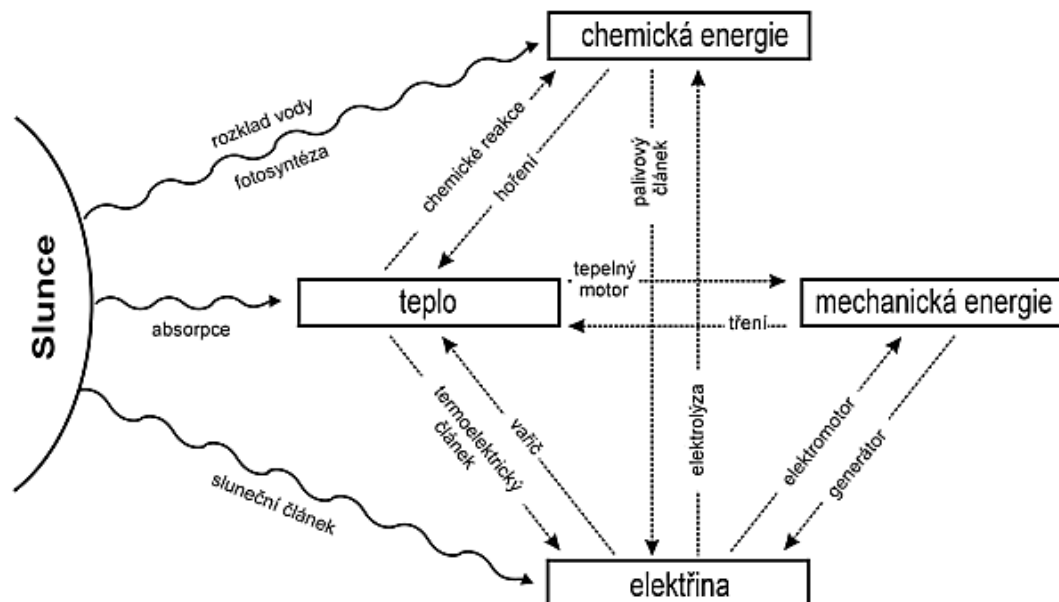


Obr. 17: Základním zdrojem energie pro Mezinárodní kosmickou stanici (ISS) je sluneční záření. Rozsáhlé panely slunečních článků dodávají stanici 110 kW elektrické energie. Velká většina umělých družic a družicových observatoří je zásobována pomocí fotovoltaické přeměny sluneční energie v elektrickou energii. Na obrázku je ke stanici připojen vlevo dole raketoplán. (NASA)

**d/ Mechanickou energii** pro pohon strojů lze získat ze slunečního záření několika způsoby: přes teplo (sluneční pumpy na Sahaře a jinde), přes chemickou energii (etylalkohol, bioplyn, vodík) nebo přes elektřinu (např. sluneční automobily a sluneční letadla). V přírodě se mění v rozsáhlém měřítku sluneční záření v pohybovou energii větru a toku řek automaticky - přes teplo.

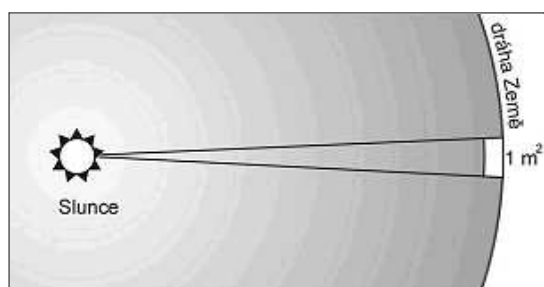


Obr. 18: Nepřímá přeměna slunečního záření na kinetickou energii. Horní plocha závodního vozu je pokryta slunečními články.



Obr. 19: Souhrn - sluneční záření lze měnit v potřebnou formu energie buď přímo (vlnovka) nebo nepřímo (slabé šipky)

### Kolik u nás máme slunečního záření?



Obr. 20: Na 1 m<sup>2</sup> postavený kolmo k dopadajícím paprskům (nad zemskou atmosférou) dopadá 1,4 kW sluneční energie. To je **sluneční konstanta**. Na každý m<sup>2</sup> na povrchu myšlené kulové plochy o poloměru  $1,5 \times 10^{11}$  metrů (což je vzdálenost Země od Slunce) dopadá sluneční konstanta. Mohl by čtenář laskavě sám vypočítat celkový výkon procházející myšlenou kulovou plochou? Výslednému výkonu se říká **sluneční zářivost**.

V našich podmínkách dopadá na jeden metr čtverečný vodorovně položený za jeden rok něco přes tisíc kilowatthodin slunečního záření. Například v Praze je to celkem 1 060 kWh za rok. Na Pradědu je celkového záření na 1 m<sup>2</sup> za rok 1 240 kWh. Není to mnoho. Spočteme-li však plochu osvětlených střech a stěn rodinných domků, dostaneme statisíce kilowatthodin za rok. Tedy energii v hodnotě statisiců korun, kterou zatím necháváme bezmyšlenkovitě unikat jako teplo zpět do vesmíru a potřebné teplo si pak obstaráváme za těžký peníz jako uhlí, koks, naftu, plyn, abychom pak v zimě sousedům i sobě otravovali vzduch.

Není pochyby, že naši potomci budou energii čerpat z alternativních zdrojů - především ze slunečního záření. Jen tak zůstane Země čistým příjemným domovem nejen pro naše potomky, ale celou biosféru vůbec.

### **Chcete pracovat z domu?**

Možnost podnikat z domu v celé ČR, na vedlejší i hlavní činnost. Zaškolíme.

[www.pracujdoma.info](http://www.pracujdoma.info)

### **Vzory všech smluv pro rok 2008**

Vzory smluv, do kterých jen doplníte své jméno a vaše smlouva je hotová.

[www.masystem.cz](http://www.masystem.cz)

### **Angličtina kurz - Protrea**

Chcete se učit anglicky s lektorem, ale nemáte čas nikam chodit?

[online.protrea.cz](http://online.protrea.cz)

### **On-line půjčka na cokoliv**

Rychlá půjčka pro každého, vše vyřídíte on-line a bez čekání.

[www.pujcky.as](http://www.pujcky.as)

© Copyright [Topinfo s.r.o.](http://www.topinfo.cz) 2001-2008, všechna práva vyhrazena.